

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS.

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

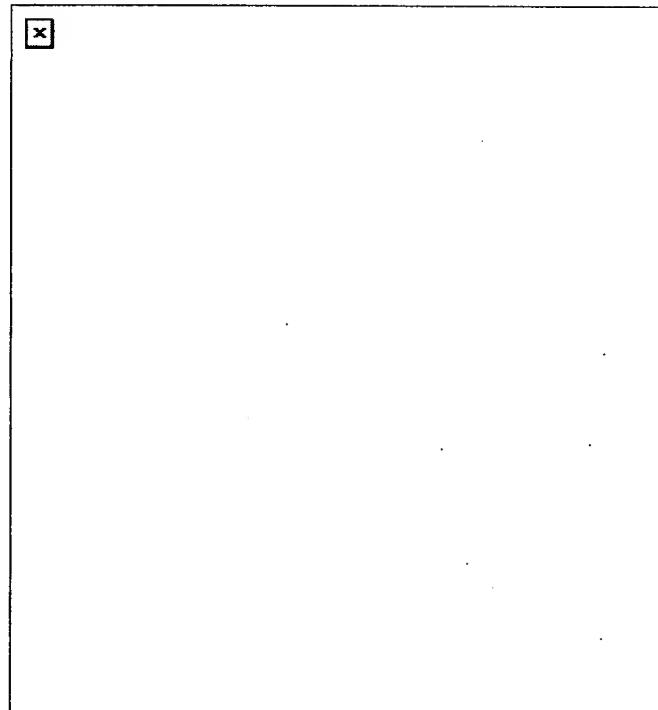


**Device for the electromagnetic control of piston valves**

**Patent number:** DE3500530  
**Publication date:** 1986-07-10  
**Inventor:** ANTRITTER WERNER DIPLOM ING (DE); SCHAEFER HEINZ ING GRAD (DE); HAUER RUDOLF (DE); KRUEMMEL LUDWIG DIPLOM ING (DE)  
**Applicant:** BINDER MAGNETE (DE)  
**Classification:**  
- **International:** F01L9/04  
- **european:** F01L9/04  
**Application number:** DE19853500530 19850109  
**Priority number(s):** DE19853500530 19850109

**Abstract of DE3500530**

In order to control the valve 6 of an internal combustion engine, an electromagnetically operating control is proposed instead of mechanical cam control. The said electromagnetically operating control consists of two electromagnetic systems with the coils 14 and 15. The two systems act on a common armature plate 11 which is located between them and is permanently connected to the valve shaft 6a. Two springs 18 and 19 act on the armature plate 11 and thus on the valve 6 in opposite directions. In each case one permanent magnet 16 and 17, respectively, is inserted into the magnetic circuit of the two electromagnetic systems. The permanent magnets 16 and 17 hold the armature 11 in each case in the limit positions. The holding force of the permanent magnets is cancelled out in order to trigger the valve movement by counter-excitation of the associated electromagnetic system so that the armature 11 and thus the valve 6 is moved into the other limit position under the effect of the prestressed springs 18 and 19, respectively.



---

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(12) Offenlegungsschrift  
(11) DE 3500530 A1

(51) Int. Cl. 4:  
F01L 9/04

(21) Aktenzeichen: P 35 00 530.0  
(22) Anmelddetag: 9. 1. 85  
(43) Offenlegungstag: 10. 7. 86

Offenlegungsschrift

DE 3500530 A1

(71) Anmelder:

Binder Magnete GmbH, 7730  
Villingen-Schwenningen, DE

(74) Vertreter:

Westphal, K., Dipl.-Ing.; Mußgnug, B., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., 7730 Villingen-Schwenningen; Buchner,  
O., Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

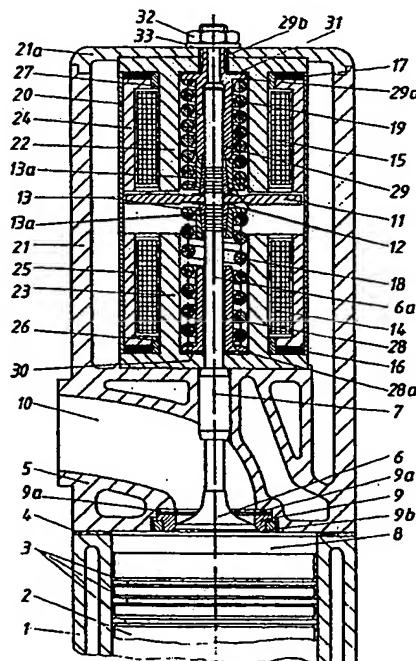
(72) Erfinder:

Hauer, Rudolf; Krümmel, Ludwig, Dipl.-Ing. (FH);  
Antritter, Werner, Dipl.-Ing.; Schäfer, Heinz,  
Ing.(grad.), 7730 Villingen-Schwenningen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Vorrichtung zur elektromagnetischen Steuerung von Hubventilen

Zur Steuerung des Ventiles 6 einer Verbrennungskraftmaschine ist anstelle der mechanischen Nockensteuerung eine elektromagnetisch arbeitende Steuerung vorgeschlagen. Diese besteht aus zwei elektromagnetischen Systemen mit den Spulen 14 und 15. Beide Systeme wirken auf eine gemeinsame, zwischen ihnen gelegene Ankerplatte 11, welche mit dem Ventilschaft 6a fest verbunden ist. Auf die Ankerplatte 11 und damit das Ventil 6 wirken in entgegengesetzter Richtung zwei Federn 18 und 19. In den Magnetkreis der beiden elektromagnetischen Systeme ist jeweils ein Dauermagnet 16 bzw. 17 eingefügt. Die Dauermagnete 16 und 17 halten den Anker 11 jeweils in den Endlagen. Die Haltekraft der Dauermagnete wird zur Auslösung der Ventilbewegung durch Gegenerregen des zugeordneten elektromagnetischen Systems aufgehoben, so daß der Anker 11 und damit das Ventil 6 unter der Wirkung der vorgespannten Federn 18 bzw. 19 in die andere Endlage überführt wird.



Dipl. Ing. Klaus Westphal  
Dr. rer. nat. Bernd Mussgnug

Dr. rer. nat. Otto Buchner

P A T E N T A N W Ä L T E  
European Patent Attorneys

Waldstrasse 33  
D-7730 VS-VILLINGEN

Flossmannstrasse 30a  
D-8000 MÜNCHEN 60

Telefon 07721 56007  
Telegr. Westbuch Villingen  
Telex 5213177 webu d

Telefon 089-832446  
Telegr. Westbuch München  
Telex 5213177 webu d  
Telecop. 089-8344818  
(CCITT2) attention webu

3500530  
94.52

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Steuerung der Hubventile einer Verbrennungskraftmaschine, bestehend aus zwei dem Öffnen bzw. dem Schließen des Ventiles dienenden, abwechselnd mit der Drehfrequenz der Maschine erregbaren elektromagnetischen Systemen mit einem gemeinsamen Anker, der am Ventilschaft angebracht ist und zwischen zwei einander entgegenwirkenden Federn eingespannt ist, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem der beiden elektromagnetischen Systeme (14,23,11,25; 15,22,11,24) ein Dauermagnet (16,17) angeordnet ist, welcher den Anker (11) jeweils in der Hubendlage hält, und daß das Magnetfeld des den Anker (11) in Hubendlage haltenden ersten Dauermagneten (16 bzw. 17) mit dem magnetischen Gleichfeld, das von dem diesem Dauermagneten zugeordneten elektromagnetischen System erzeugt wird, derart aufhebbar ist, daß der Anker (11) von dem zweiten Dauermagneten (17 bzw. 16) angezogen wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld des den Anker (11) anziehenden Dauermagneten (16 bzw. 17) mit dem magnetischen Gleichfeld des diesem zugeordneten elektromagnetischen System (14,23,11,25, 15,22,11,24) verstärkt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das den Anker (11) anziehende Magnetfeld des Dauermagneten (16,17) kurz vor

Erreichen der Hubendlage mittels eines dem Magnetfeld des Dauermagneten (16,17) entgegenwirkenden Gleichfeldes des dem Dauermagneten (14,16) zugeordneten elektromagnetischen Systems (14,23,11,25; 15,22,11,24) geschwächt wird.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Federn (18,19) und dem Anker (11) Dämpfungselemente (13,13a) vorgesehen sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß beidseitig des Ankers (11) jeweils ein Konus (13a) am Ventilschaft (6a) angebracht ist, auf welchen verschiebbar eine Hülse (13) mit konischer Innenbohrung sitzt, an welcher sich jeweils eine der beiden Federn (18,19) abstützt, wobei die Hülse (13) und/oder Konus (13a) in radialer Richtung elastisch federnd sind und der Konuswinkel so bemessen ist, daß Konus (13a) und Hülse (13) nahezu selbsthemmend sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (11) mit dem Ventilschaft (6a) mittels Tellerfedern (12) verbunden ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet daß der in Form eines Ringes (9) ausgebildete Ventilsitz in Hubrichtung verstellbar und/oder mit Hilfe eines

Federpaketes (9a) abgefedert ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (14,15) der elektromagnetischen Systeme abwechselnd in einer Taktfrequenz bestrombar sind, welche der Resonanzfrequenz des schwingfähigen Systems, bestehend aus Ventil- (6,6a,13a), Anker- (11,12) und Federmasse (18,19,13) und Federkraft, entspricht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnetkörper (22,23) der elektromagnetischen Systeme lamellierte sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die topfförmig ausgebildeten Magnetkörper (22,23) aus evolventenförmig geschichteten Blechen konstanter Dicke bestehen (Fig.2).
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die topfförmig ausgebildeten Magnetkörper (22,23) aus radial angeordneten Blechen mit proportional zum Achsabstand zunehmender Dicke bestehen (Fig. 3).

Dipl. Ing. Klaus Westphal  
Dr. rer. nat. Bernd Mussgnug

Dr. rer. nat. Otto Buchner  
P A T E N T A N W Ä L T E  
European Patent Attorneys

WALDSTRASSE 20  
D-7730 VS-VILLINGEN

Flossmannstrasse 30a  
D-8000 MÜNCHEN 60

Teleg. Westbuch Villingen  
Telex 5213177 webud

Telefon 089-832446  
Telegr. Westbuch München  
Telex 5213177 webud  
Telecop. 089-8344618  
(CCITT 2) attention webud

4

3500530

94.52

Binder Magnete GmbH  
Mönchweilerstrasse 1

7730 Villingen-Schwenningen

**Vorrichtung zur elektromagnetischen Steuerung von  
Hubventilen**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Steuerung der Hubventile einer Verbrennungskraftmaschine der im Oberbegriff des Hauptanspruchs angegebenen Art.

Bei nahezu allen Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere solchen für Kraftfahrzeuge, werden die Gaswechselventile mit Hilfe von vom Motor angetriebener Nockenwellen geöffnet und geschlossen. Hierbei wird abwechselnd das Einlaß- und das Auslaßventil eines jeden Zylinders gegen die Kraft einer Rückstellfeder geöffnet, welche für die Rückführung, also für das Schließen, der Ventile sorgt. Die Nockenwelle ist mittels einer Kette, eines Zahnriemens oder Zahnrädergetriebes mechanisch mit der Motorwelle gekoppelt. Durch die geometrische Gestaltung der Steuernocken sind die Öffnungs- und Schließzeiten sowie das Verhältnis dieser Zeiten zueinander fest vorgegeben und hinsichtlich ihres Betrages von der Drehzahl der Motor- bzw. Nockenwelle unmittelbar abhängig. Nachteiligerweise

wodurch im Sinne der eingangs genannten Aufgabenstellung kürzere Schaltzeiten und damit eine bessere Anpassung der Ventilsteuerung an den Gaswechselvorgang, sowie eine Energieeinsparung ermöglicht wird.

Anders als die rein mechanische Ventilsteuerung gestattet die elektromagnetische Ventilsteuerung eine von der Motorenendrehzahl unabhängige Einstellung der Steuerzeiten, wodurch der Gaswechselvorgang entsprechend dem jeweiligen Betriebszustand des Motors, insbesondere wenn dieser im Teillastbereich arbeitet, optimal angepasst werden kann. Dies hat eine Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Reduzierung des Kraftstoffverbrauches, also eine Verbesserung des Wirkungsgrades, zur Folge, wobei vorteilhafterweise wegen vollständigerer Verbrennung des Kraftstoffes die Umweltbelastung verringert wird.

Der Gegenstand der Erfindung ist nachstehend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels im einzelnen erläutert. In der Zeichnung zeigen :

Fig. 1 Axialschnitt einer erfindungsgemäßen Steuervorrichtung an einem nur teilweise dargestellten Motorzyylinder,

Fig. 2 Aufsicht eines lamellierten Magnetkörpers nach einem ersten Ausführungsbeispiel und

Fig. 3 Aufsicht eines lamellierten Magnetkörpers

nach einem zweiten Vorschlag.

Im unteren Teil von Fig. 1 ist teilweise der Motorblock 1 einer Verbrennungskraftmaschine dargestellt, in welchem der Kolben 2 mit Kolbenringen 3 bewegbar angeordnet ist. Auf den Zylinderblock aufgesetzt und mit einer Zylinderkopfdichtung 4 abgedichtet ist der Zylinderkopf 5, über dessen Gaskanäle 10 das Luftgasgemisch zuführbar ist. Der Gaskanal 10 ist mittels des Telleventiles 6 verschließbar, welches mit seinem äußerem konisch geschliffenen Umfang an der ringförmigen Sitzfläche des Ventilsitzringes 9 anliegt. Zum Einstellen oder Nachstellen des Ventilsitzes kann der Ventilsitzring 9 gegen die Wirkung eines Federpaketes 9a mit Hilfe eines vorzugsweise verschraubbaren Stellringes 9b eingestellt werden.

Die gem. der Erfindung aufgebaute Steuervorrichtung besteht aus den nachstehend erläuterten Elementen 11 bis 33.

Zur Bewegungssteuerung des Ventils 6 ist an dem in der Ventilführung 7 und dem Führungsrohr 29 geführten Schaft 6 a mit Hilfe von Tellerfedern 12 ein Anker 11 angebracht, welcher zwischen dem oberen und unteren Elektromagneten gelegen ist und damit im magnetischen Kreis sowohl des unteren als auch des oberen Elektromagneten angeordnet ist. Beide magnetische Systeme sind nach Art von Topfmagneten vorzugsweise rotationssymmetrisch ausgebildet. Das untere System mit seiner Spule 14 besteht aus dem Kern 23 und dem Mantel 25, die gemeinsam den Magnetkörper

bilden. Zwischen ihnen im Magnetkreis ist der Dauermagnet 16 angeordnet, welcher sich innen an einem Distanzring 26 und außen an der Distanzhülse 20 abstützt, wobei beide Teile aus nichtmagnetischem Material bestehen.

In entsprechender Weise setzt sich das obere elektromagnetische System aus der Spule 15 mit Kern 22, Mantel 24 und Dauermagnet 17 zusammen, der wiederum von Distanzring 27 und Distanzhülse 20 gehalten ist.

Beidseitig des Ankers 11 sind Schraubenfedern 18 und 19 angeordnet, deren dem Anker 11 zugeordnete Enden sich über Dämpfungshülsen 13 und an dem Ventilschaft 6a fest angebrachten Konen 13a am Schaft 6a und damit am Anker 11 abstützen. Die entgegengesetzten Enden der Federn 18 und 19 liegen an Ringflanschen 28a und 29a der gehäusefesten Führungsrohre 28 und 29 an, auf deren Außenmantel die Federn 18 bzw. 19 und in deren Innenbohrung der Ventilschaft 6a verschiebbar geführt sind. Das unten gelegene Führungsrohr 28 stützt sich hierbei unter Federwirkung über die Zwischenscheibe 30 an der Innenfläche des Magnetkerns 23 ab. Das oben gelegene Führungsrohr 29, das sich gleichfalls unter Federdruck über die Zwischenscheibe 31 an der innen gelegenen Fläche des Magnetkernes 22 abstützt, ist außerdem mit Hilfe eines Gewindestückes 29b und einer Mutter 32 mit Sicherungs- bzw. Unterlegscheibe 33 am Deckel 21a festgelegt, welcher das mit dem Zylinderkopf 5 einstükkige Gehäuse 21 nach oben verschließt.

Die schon oben erwähnten Dämpfungselemente 13 und 13a liegen mit ihren konischen Mantelflächen aneinander, deren Konuswinkel nahe des Selbsthemmungswinkels gewählt ist. Die Dämpfungshülse 13 besteht hierbei aus einem in radialer Richtung elastisch federnden Material. Durch diese Maßnahme wird der Aufprall der Ventil- und Ankermassen kurz vor Erreichen der Endlage gedämpft, wobei die Bewegungsenergie in einen weitgehend unelastischen Stoß umgewandelt wird, so daß der Anker nicht oder nur geringfügig prellt. Ein Rest von Prellbewegungen wird durch die Differenz aus magnetischer Haltekraft und Federkraft unterdrückt.

Mit Fig. 1 ist das Ventil 6 in Schließstellung dargestellt. In dieser Stellung wird es ausschließlich von dem den Anker 11 anziehenden Dauermagneten 17 gehalten. Soll es aus dieser Position in die Öffnungsstellung gebracht werden, wird mit Hilfe der Spule 15 ein magnetisches Gleichfeld aufgebaut, welches dem magnetischen Gleichfeld des Dauermagneten 17 entgegengerichtet ist und dieses darum aufhebt. Unter der Wirkung der vorgespannten Feder 19 wird die Ankerplatte 11 und damit das Ventil 6 ausgefahren, bis die Ankerplatte 11 von dem vom zweiten Dauermagneten 16 aufgebauten Magnetfeld angezogen und an den Polflächen des unteren Magnetkörpers 23, 25 zur Anlage gebracht wird.

Die in der Feder 19 gespeicherte potentielle Energie wird also zunächst in kinetische Energie umgewandelt, welche bei Erreichen der Endlage wiederum umgewandelt werden muß. Diesem Zweck dienen die erläuterten Dämpfungselemente 13, 13a zusammen mit den Tellerfedern 12

und in Schließstellung auch dem den Ventilsitzring 9 abfedernden Federpaket 9a. Die Schaltbewegung kann durch zusätzliches Erregen der Elektromagnetsysteme noch beschleunigt oder gebremst werden.

Das in Fig. 1 dargestellte System kann in einer Mittelstellung des Ventils in eine stabile Gleichgewichtslage gelangen. Bei symmetrischem Aufbau der beiden elektromagnetischen Systeme ist diese Mittellage erreicht, wenn sich die Ankerplatte 11 genau zwischen den Polflächen der beiden Systeme befindet. Aus dieser stabilen Gleichgewichtslage kann das Ventil in sehr einfacher Weise mit geringem Energieaufwand durch Aufschaukeln des Ventils herausgebracht werden. Zu diesem Zweck sind die elektromagnetischen Systeme abwechselnd zu erregen, wobei zweckmäßigerweise die Taktfrequenz der Resonanzfrequenz des Feder-Masse-System des schwingungsfähigen Ventils entspricht. In Bruchteilen einer Sekunde lässt sich die Ventilbewegung soweit aufschaukeln, daß die Ankerplatte 11 von einem der beiden Dauermagneten angezogen und in eine definierte Endlage gebracht wird.

#### Gute dynamische Eigenschaften

bei Magneten lassen sich bekanntermaßen durch Lamellieren des Magnetkörpers erreichen, da hierdurch Wirbelstromverluste erheblich verringert werden.

Bei der erfindungsgemäß ausgebildeten Steuervorrichtung sind darum auch zumindest die Kerne 22 und 23 der Magnetkörper lamelliert.

Eine besonders wirtschaftliche Herstellung lamellierter Kerne ist möglich, wenn, wie mit der Aufsicht gem. Fig. 2 angedeutet, die Lamellenbleche evolventenförmig gekrümmt angeordnet sind. In diesem Fall ist es bei einer topfförmigen Ausbildung des Magnetkörpers möglich, Bleche konstanter Dicke zu verwenden.

Möglich ist natürlich auch die Herstellung des Magnetkörpers mit radial verlaufenden Lamellenblechen, die in diesem Fall jedoch, wie die Aufsicht gem. Fig. 3 zeigt, proportional zum Achsabstand zunehmende Dicke haben müssen.

In entsprechender Weise können auch die Mäntel 24 und 25 der Magnetkörper laminiert sein.

**-15-**  
**- Leerseite -**

Nummer:

35 00 530

Int. Cl.<sup>4</sup>:

F 01 L 9/04

Anmeldetag:

9. Januar 1985

Offenlegungstag:

10. Juli 1986

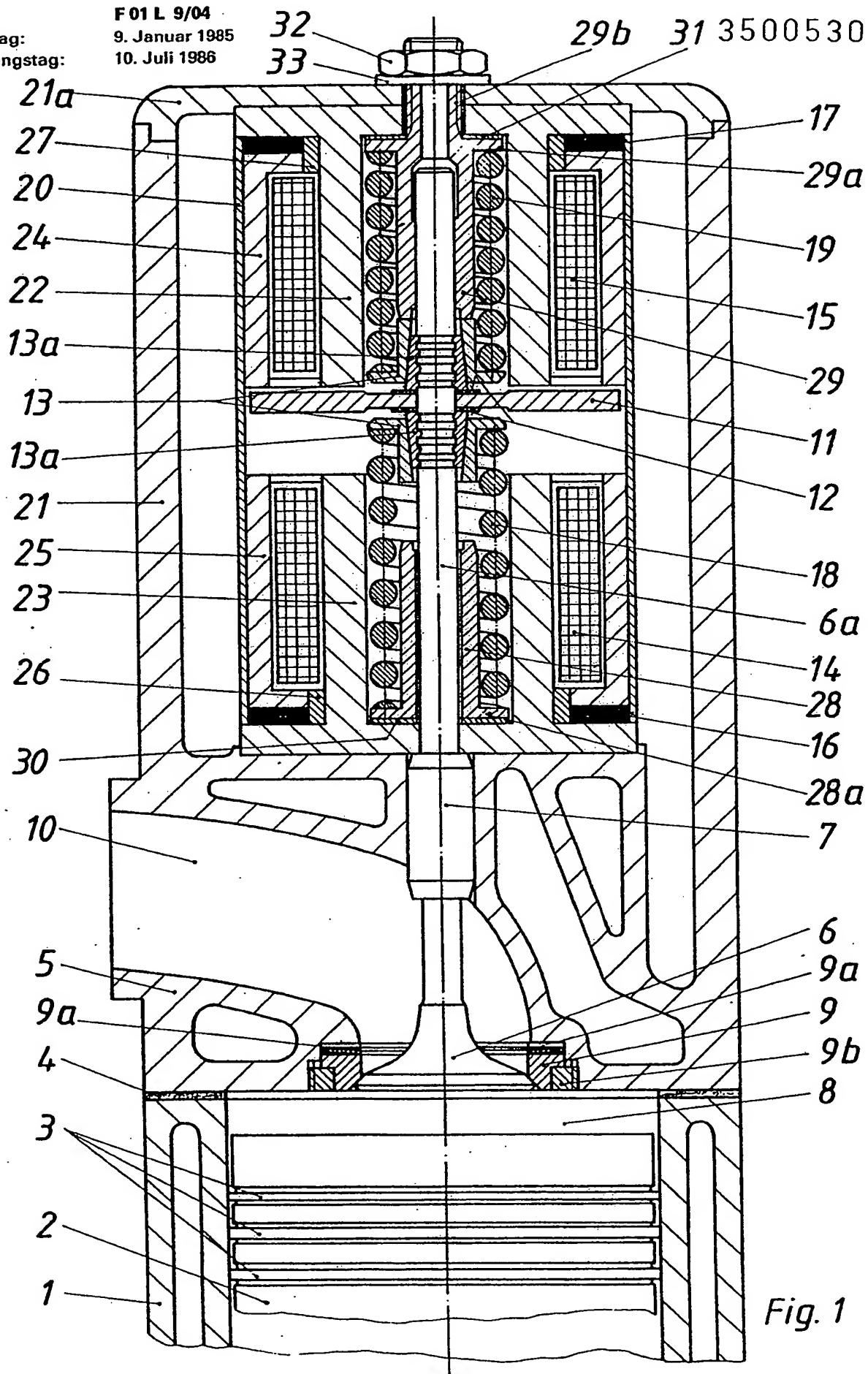
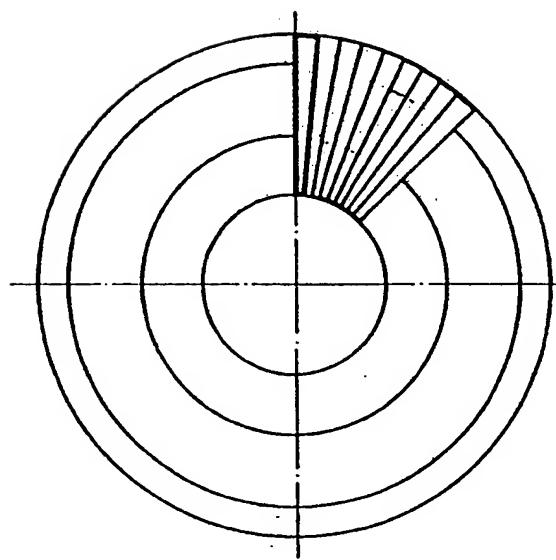
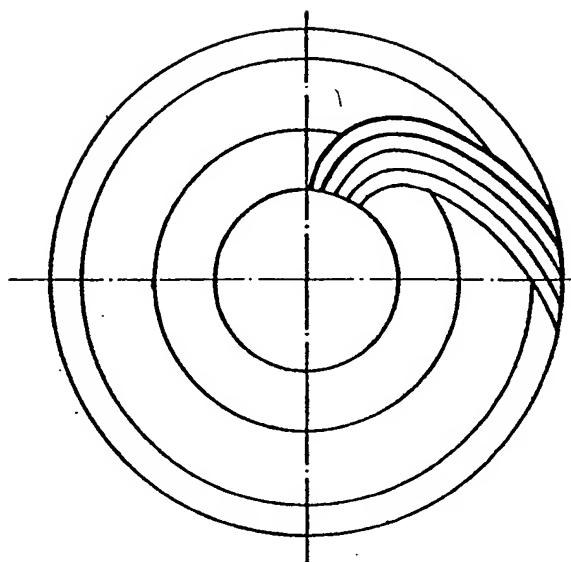


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

*Fig. 2*

3500530



*Fig. 3*

THIS PAGE BLANK (USPTO)